

Name:	Matrikel-Nr.:	Platz-Nr.:	ES SS'20
----------------------	------------------------	------------	-----------------

Probeklausur im Fach

Elektronische Schaltungen

- Bitte beachten Sie die Hinweise auf der folgenden Seite.
- Beginnen Sie mit den Aufgaben, die Ihnen am leichtesten fallen.

Einzelresultate

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7
erreichbare Punkte	8	34	26	26	28	16	12
erzielte Punkte							

Gesamtbewertung

Punkte maximal:	Gesamtpunkte:	Bonuspunkte:	Note:
150			



Name:

.....

Hinweise
zur Klausur

ES SS'20

1. Die Prüfungsdauer für die Probeklausur beträgt 1,5 Stunden.
2. Zur Bearbeitung der Klausur sind **keine Hilfsmittel** zugelassen, außer Zeichenmaterial und ein **nicht-programmierbarer, komplexer** Taschenrechner.
3. Die Lösungen müssen auf den ausgegebenen Blättern in den dafür vorgesehenen **Lösungskästen** niedergeschrieben werden. Geben Sie zu den Zahlenwerten auch immer die zugehörigen Einheiten an. Falls der Platz nicht ausreicht, muss auf dem Lösungsblatt ein Hinweis auf die Fortsetzung gegeben werden und von der Aufsicht ein gestempeltes Zusatzblatt angefordert werden. Bei zweifelhafter Zuordnung kann die Lösung nicht gewertet werden. Benutzen Sie **kein eigenes Papier**.
4. **Bei allen Aufgaben muss der Lösungsweg klar erkennbar und eindeutig dargestellt werden.** In einigen Aufgaben ist dies die wesentliche Prüfungsleistung. Lösungen ohne ausreichende Begründung werden nicht gewertet. Das Gleiche gilt für mehrdeutige Lösungen oder Formulierungen.
5. Verwenden Sie bei der Lösung der Aufgaben **weder rote oder grüne Farbe noch Bleistift** und kennzeichnen Sie Ihre Ergebnisse deutlich. Lösungen in roter und grüner Farbe oder Bleistift können nicht gewertet werden. Zeichnungen in Diagrammen dürfen mit Bleistift gemacht werden.

Aufgabe 1 (Diode)

a) Skizzieren Sie die Strom-Spannungskennlinien der Schaltung in Abbildung 1. (Die eingezeichneten Pfeile geben die positive Zählrichtung an. Die Diode ist eine Si-Diode und hat die folgenden Kenngrößen: $U_F = 0,7\text{ V}$, $U_{Br} = -150\text{ V}$. Für die Z-Diode gilt: $U_F = 0,7\text{ V}$, $U_Z = 3,9\text{ V}$). (3 Punkte)

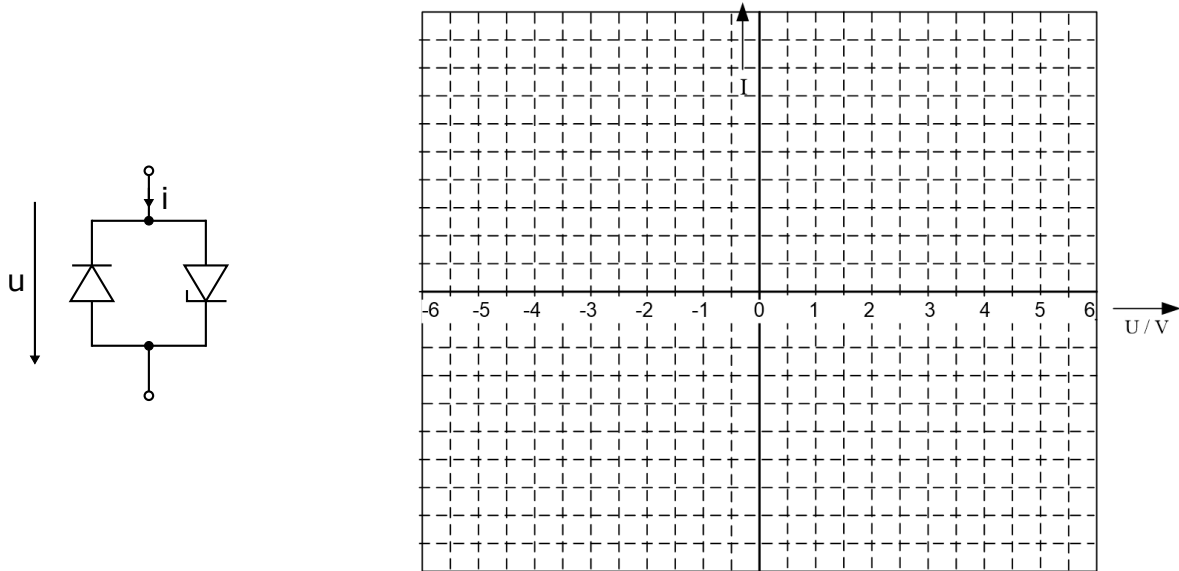


Abbildung 1

b) Gegeben ist eine unvollständige Schaltung nach Abbildung 2. Die Spannung $U_L = 3,3\text{ V}$ soll mittels einer Z-Diode ($U_Z = 3,3\text{ V}$) stabilisiert werden. ($U_0 = 5\text{ V}$) Im Arbeitsbereich soll ein Strom $2\text{ mA} < I_Z < 6\text{ mA}$ durch die Z-Diode fließen. Der Strom im Lastwiderstand soll $I_L = 50\text{ mA} \pm 2\text{ mA}$ betragen. Bestimmen Sie die Werte für R_L und die von Ihnen verwendeten Bauelemente unter Verwendung der E24 Reihe.

Ergänzen Sie die Schaltung mit den notwendigen Bauelementen. (5 Punkte)

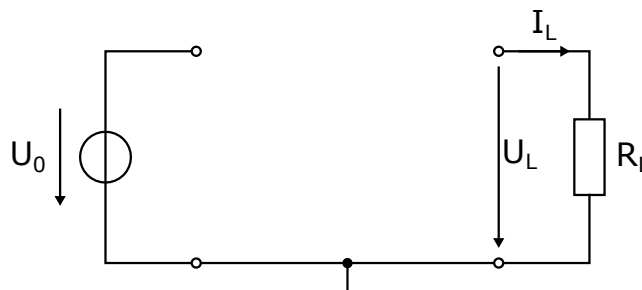


Abbildung 2

Aufgabe 2 (Bipolartransistor)

Gegeben sei eine Verstärkerschaltung nach Abbildung 3. Der Transistor habe eine Stromverstärkung von $\beta = B = 300$. Die Kondensatoren können für Wechselstrom als Kurzschluss betrachtet werden. Die Widerstände haben folgende Werte: $R_1 = 10\text{ k}\Omega$, $R_2 = 2,2\text{ k}\Omega$, $R_C = 3,9\text{ k}\Omega$, $R_E = 910\text{ }\Omega$. Die Vorspannung U_B beträgt 15 V . (**Annahme:** $U_{BE} = 0,7\text{ V}$, $I_B \ll I_Q$, $I_C \approx I_E$)

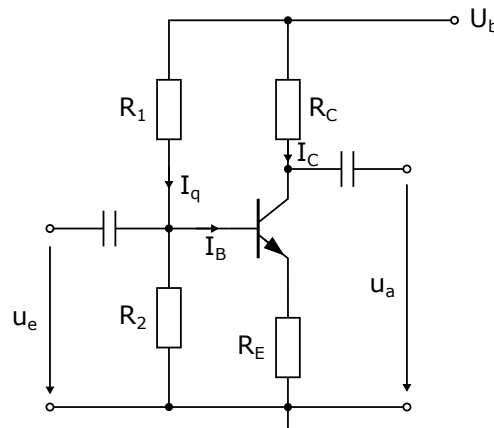


Abbildung 3

- In welcher Grundsaltung wird der Transistor betrieben? (3 Punkte)
- Skizzieren Sie das Großsignalersatzschaltbild für die Schaltung in Abbildung 3. (6 Punkte)
- Skizzieren Sie das Kleinsignalersatzschaltbild für die Schaltung in Abbildung 3. (6 Punkte)
- Berechnen Sie für den Arbeitspunkt der Schaltung folgende Werte:
den Kollektorstrom $I_{C,A}$, die Kollektor-Emitter-Spannung $U_{CE,A}$ und die Steilheit S ($U_T = 26\text{ mV}$, $U_{BE} = 0,7\text{ V}$). (7 Punkte)

Für die folgenden Teilaufgaben kann der Early-Effekt vernachlässigt werden.

- An den Eingang wird eine Wechselspannung u_e angelegt. Berechnen Sie den Eingangswiderstand r_e , den Ausgangswiderstand r_a und die Spannungsverstärkung $A = u_a/u_e$, der Schaltung. (6 Punkte)

f) Verändern Sie die Schaltung in Abbildung 4 durch **Hinzufügen eines zusätzlichen Bauelements und Dimensionierung des Lastwiderstands R_L** (E24-Reihe) so, dass die Kleinsignal-Wechselspannungsverstärkung A etwa -165 beträgt. ($R_C = 3,9\text{ k}\Omega$) (6 Punkte)

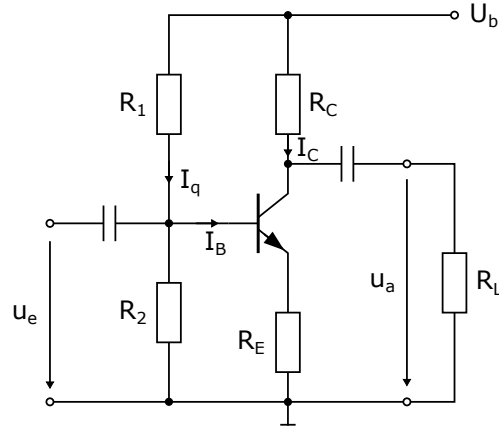


Abbildung 4

Aufgabe 3 (Feldeffekttransistoren)

Gegeben sei die Schaltung nach Abbildung 5. Die Kondensatoren können für Wechselstrom als Kurzschluss betrachtet werden. Die Schwellspannung des Transistors ist $U_{th} = -4\text{ V}$. Die Widerstände haben folgende Werte: $R_G = 1\text{ M}\Omega$, $R_D = 1,8\text{ k}\Omega$, $R_L = 200\text{ k}\Omega$. Die Vorspannung U_B beträgt 20 V .

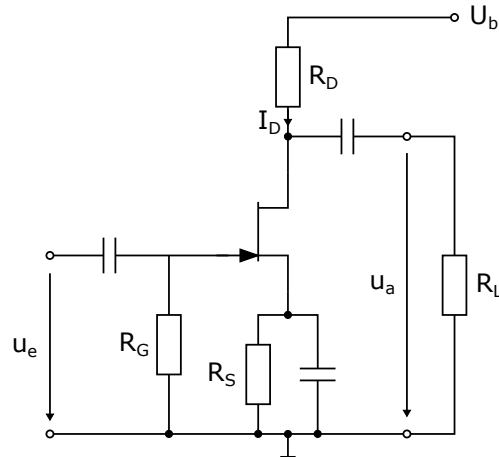


Abbildung 5

Der Transistor hat ein Kennlinienfeld nach Abbildung 6.

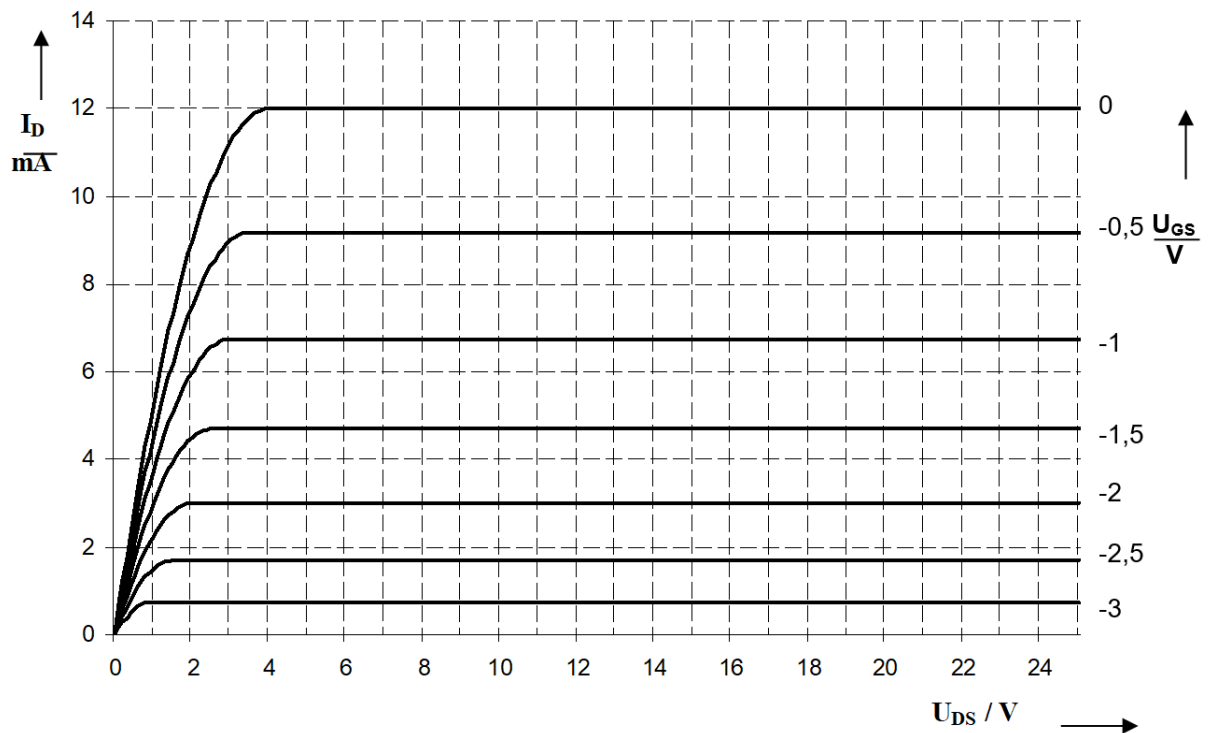


Abbildung 6

- a) In welcher Grundsaltung wird der Transistor betrieben? (3 Punkte)
 - b) Lesen Sie aus dem Kennlinienfeld den Drainstrom I_{D0} ab. (2 Punkte)
 - c) Skizzieren Sie das Großsignalersatzschaltbild für die Schaltung in Abbildung 5. (4 Punkte)
 - d) Der Arbeitspunkt der Schaltung soll bei der Gate-Source-Spannung $U_{GS} = -1,5 \text{ V}$ liegen. Berechnen Sie den Steilheitskoeffizienten β , den Drainstrom I_D , den Wert des Widerstands R_S und die Drain-Source-Spannung U_{DS} . (5 Punkte)
Tragen Sie nun die Lastgerade in das Kennlinienfeld ein und markieren Sie den Arbeitspunkt. (3 Punkte)
 - e) Skizzieren Sie das Kleinsignalersatzschaltbild für die Schaltung in Abbildung 5. (4 Punkte)
- Für die nachfolgende Teilaufgabe kann die Kanallängenmodulation vernachlässigt werden.
- f) Berechnen Sie den Eingangswiderstand r_e , die Steilheit S im Arbeitspunkt und die Kleinsignal-Spannungsverstärkung A der Schaltung in Abbildung 6. (5 Punkte)

Aufgabe 4 (Mehrstufige Verstärkerschaltung)

Gegeben ist eine 2-stufige Verstärkerschaltung nach Abbildung 7 mit MOSFETs vom Anreicherungstyp. Die Daten der Transistoren sind: $\beta = 1,39 \text{ mA/V}^2$, $U_{\text{th}} = 4 \text{ V}$. Die Vorspannungen betragen $\pm 12 \text{ V}$.

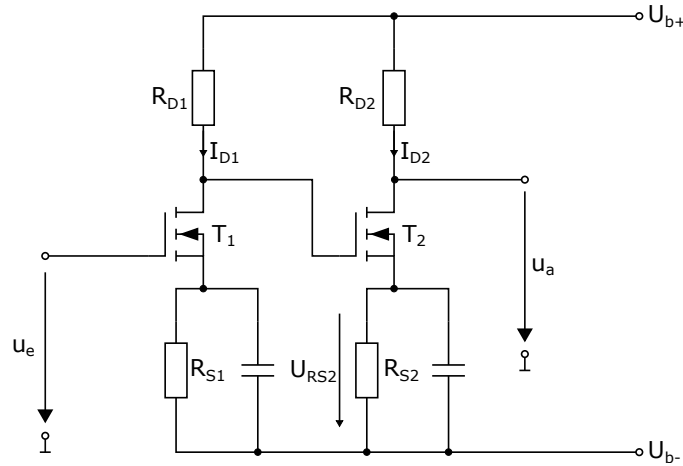


Abbildung 7

a) Skizzieren Sie das Großsignalersatzschaltbild für die Schaltung in Abbildung 7. (6 Punkte)

b) Skizzieren Sie das Kleinsignalersatzschaltbild für die Schaltung in Abbildung 7. (4 Punkte)

Für die nachfolgenden Teilaufgaben kann die Kanallängenmodulation vernachlässigt werden.

c) Die Widerstände R_{S1} , R_{S2} und R_{D2} sollen so dimensioniert werden, dass für eine Eingangsspannung $u_e = 0 \text{ V}$ die Ausgangsspannung ebenfalls $u_a = 0 \text{ V}$ ist. Der Transistor T_1 soll bei $U_{\text{GS1}} = 7 \text{ V}$ betrieben werden. ($R_{D1} = 1,5 \text{ k}\Omega$). Im Arbeitspunkt von T_2 soll die Spannung an R_{S2} $U_{\text{RS2}} = 5 \text{ V}$ betragen. Berechnen Sie für die Arbeitspunkte der beiden Transistoren folgende Werte: $I_{D1,A}$, R_{S1} , $U_{\text{DS1,A}}$, $U_{\text{GS2,A}}$, $I_{D2,A}$, R_{S2} , R_{D2} . (9 Punkte)

d) Berechnen Sie die Gesamtverstärkung des zweistufigen Verstärkers A_{ges} . (4 Punkte)

e) Liegt der Arbeitspunkt von Transistor 2 noch im Sättigungsbereich? Begründen Sie kurz Ihre Entscheidung. (3 Punkte)

Aufgabe 5 (Operationsverstärker)

Gegeben ist eine Schaltung mit drei Operationsverstärkern nach Abbildung 8. Alle OP-Verstärker können als ideal betrachtet werden. Die passiven Bauelemente haben folgende Werte: $R_1 = 10\text{ k}\Omega$, $R_2 = 10\text{ k}\Omega$, $R_3 = 20\text{ k}\Omega$, $R_4 = 30\text{ k}\Omega$, $C_1 = 20\text{ nF}$.

Die Aussteuergrenzen der OP-Verstärker sind $\pm 15\text{ V}$.

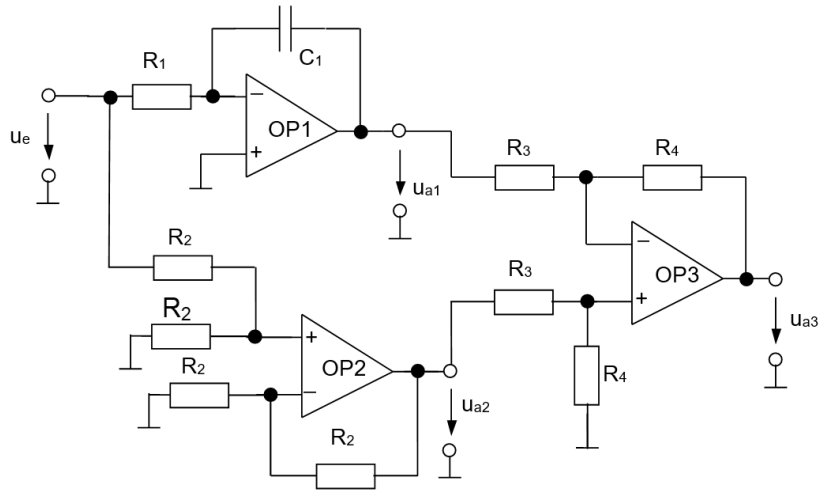


Abbildung 8

- Nennen Sie die drei charakteristischen Eigenschaften eines “idealen” Operationsverstärkers. (3 Punkte)
- Nennen Sie exakt die Schaltungen, in denen die drei Operationsverstärker betrieben werden. (6 Punkte)
- Geben Sie formelmäßig die Ausgangsspannungen $u_{a1}(t)$, $u_{a2}(t)$, und $u_{a3}(t)$ als Funktion einer zeitlich veränderlichen Eingangsspannung $u_e(t)$ an. Setzen Sie die Werte der Bauelemente zur Berechnung von Zeitkonstanten und Verstärkungsfaktoren ein. (9 Punkte)

d) Stellen Sie den zeitlichen Verlauf der Ausgangsspannungen $u_{a1}(t)$, $u_{a2}(t)$, und $u_{a3}(t)$ aus Abbildung 8 dar, wenn die Eingangsspannung $u_e(t)$ den folgenden zeitlichen Verlauf hat. (10 Punkte)

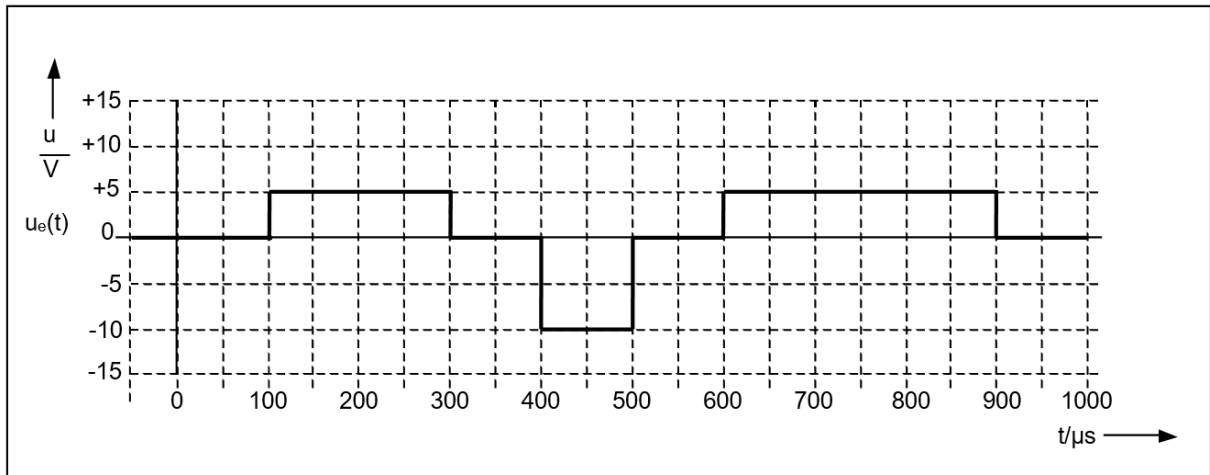


Abbildung 9

Aufgabe 6 (Operationsverstärker)

Gegeben ist eine Schaltung nach Abbildung 10. Der Operationsverstärker soll ideale Eigenschaften besitzen. **Die Aussteuergrenzen des Operationsverstärkers sind $\pm 12\text{ V}$.** Die Bauelemente haben folgende Daten: $R_1 = 10\text{ k}\Omega$, $R_2 = 20\text{ k}\Omega$.

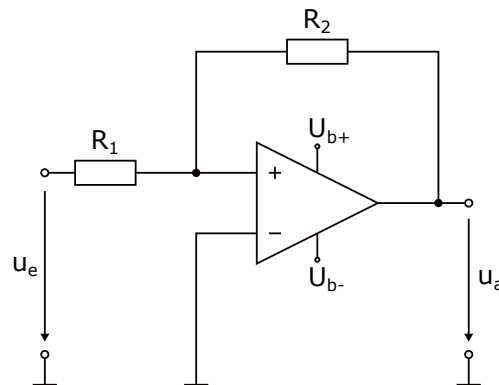


Abbildung 10

- a) Welche Schaltung ist in Abbildung 10 realisiert? (2 Punkte)
- b) Berechnen Sie die Werte der Eingangsspannung u_e für die $U_D = 0$ wird.
($-12\text{ V} < u_e < 12\text{ V}$) (6 Punkte)

- c) Am Eingang der Schaltung liegt eine Eingangsspannung u_e nach Abbildung 11 an. Skizzieren Sie den zeitlichen Verlauf der Ausgangsspannung u_a . (4 Punkte)

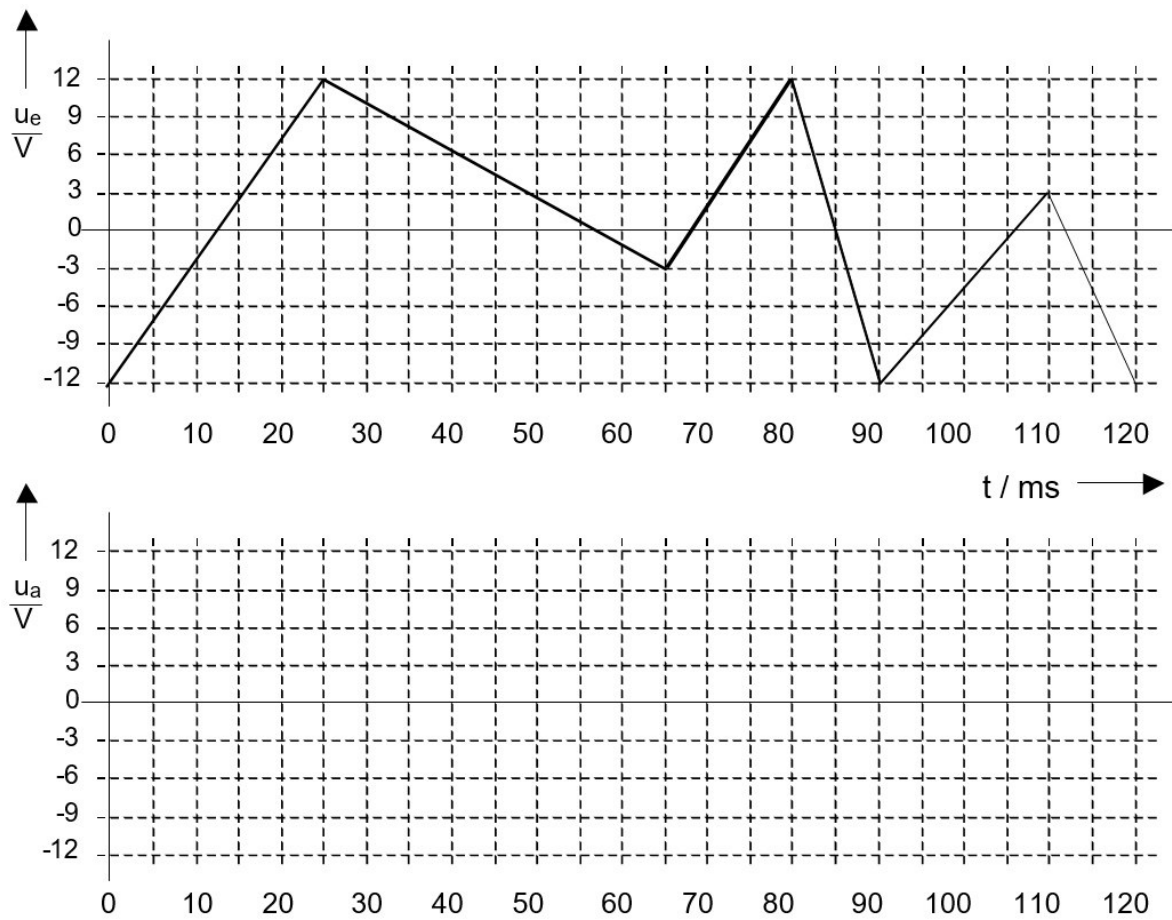


Abbildung 11

- d) Skizzieren Sie den Verlauf der Ausgangsspannung u_a über der Eingangsspannung u_e .
(4 Punkte)

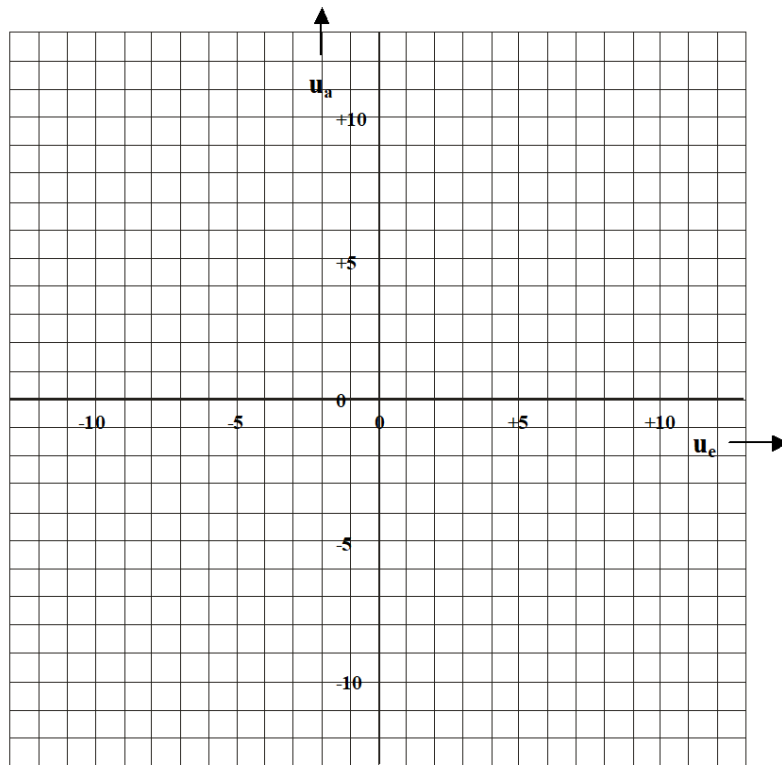


Abbildung 12

Aufgabe 7 (Flip-Flop)

Abbildung 13 zeigt ein RS-Flipflop in CMOS Technologie.

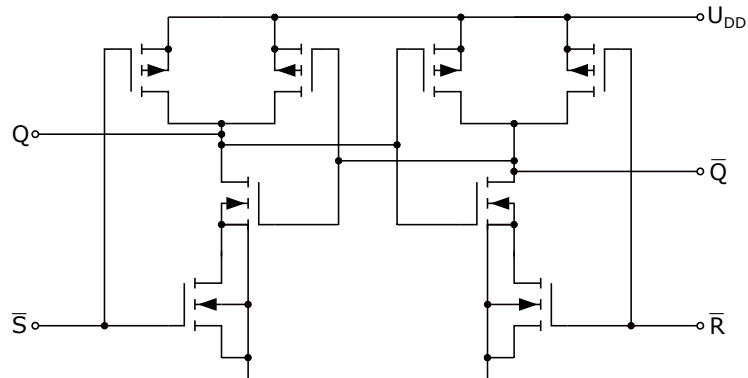


Abbildung 13

- a) Zeichnen Sie das Ersatzschaltbild des Flip-Flops mit Gattern. (3 Punkte)
- b) Geben Sie die Wahrheitstabelle für dieses Flipflop an. (3 Punkte)
- c) An die Eingänge $\bar{S}$ und $\bar{R}$ werden Signale nach Abbildung 14 angelegt. Skizzieren Sie das daraus resultierenden Ausgangssignale Q und $\bar{Q}$. (6 Punkte)

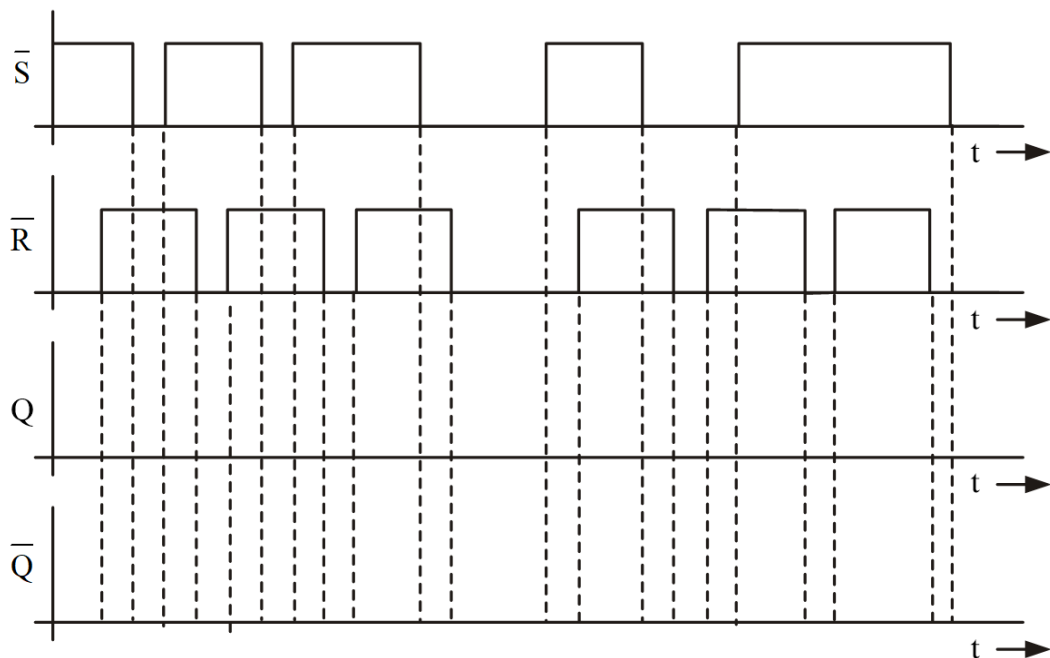


Abbildung 14